土壤樣本乾燥程度對於磷鉀有效指數的影響[1]

林家棻、李子純、王幼惠[2]

引　言

土壤磷鉀速測之目的，爲瞭解採樣當時田間土壤中所含磷鉀的狀況。由於操作與分析上的方便，土壤速測多採用風乾樣本。但土壤在風乾過程中，因釋放與固定作用之進行，所得磷、鉀有效指數往往與田間實際情形不符。

據 Jackson氏 (12) 稱，田間溼土取回實驗室，經保存一定時間後可減少稀酸之磷抽出量，若屬酸性土壤，風乾後可提高磷抽出量約在10～30%間，烘乾則更倍增之。又施用石灰或多量肥料，樣本乾燥後，往往減少稀酸之磷抽出量。

袁氏 (Yuan) (22) 稱，土壤予以乾燥與溼潤處理，對於添加磷肥之全磷收回率影響不大，但對於各形態磷的收回率則有顯著影響，其中尤以 Fe-P 與 Al-P 之變異最大。

美國 Iowa 大學鑒於乾燥對於土壤營養素有效性之影響，採用土漿法 (Slurry method)，據聞獲得優異成果 (21)。

關於乾燥對於土壤中鉀有效指數之影響，早自1928年 Steenkamp (19) 已發表數據，證明土壤經風乾後，可增加其交換性鉀含量，繼有 Attoe (1) Bray (9) 及 Hanway (11) 等證實之，但 Reitmeir (16) 與Salmon (17) 等氏則認爲若干土壤經風乾後，亦可減少其交換性鉀含量。Jaiyebo (13) 研究 Western Nigeria 土壤時，認爲從該土區土類而言，交換性鉀受風乾的影響不大，但就個別土壤而言，則若干土壤確因風乾而顯著增加或減少其交換性鉀含量，因而利用土壤分析結果，推薦施肥量，此項問題顯得重要。

據 Scott, Hanway 與 Stickney (18) 等氏稱，當土壤中交換性鉀超過一定平衡標準時，在風乾過程中，鉀可發生固定作用，而減低交換性鉀之抽出，但若土壤中交換性鉀低於一定平衡標準時，則風乾可促進鉀之釋放而增加交換性鉀之抽出量。Dowdy 與 Hutcheson氏 (10) 亦同意此說，并認爲在風乾過程中，鉀之釋放或固定，與土壤中所含粘土礦物之性質有關，伊來石類 (Illite) 可促進鉀之釋放，而蛭石類 (Vermiculite) 與蒙特石類 (Montmorillonite) 則可固定鉀，而後兩者之固定作用與土壤含水量有關。

Bates 與 Scott 研究 (2、3、4、5) 如何以化學方法抑制風乾對於交換性鉀抽出量之影響，其結果認爲烘乾前添加 Dextrose, 可抑制鉀在烘乾過程中的釋放作用，風乾後，若予 Octanol 處理，則可使在風乾過程中所釋出的鉀轉變 (Reverse) 爲非交換性鉀而不被抽出，并稱若干風乾土壤添加 Octanol 處理之後，雖然未能完全轉變，但所得結果與作物鉀吸收量之相關較用風乾者爲佳。

據 Hanway 與 Scott 氏 (11) 稱，土壤風乾後所增加鉀的抽出量，隨抽出液之種類而異，其順序爲 N NH_4OA_c >0.5N HCl >0.1N HCl>Morgan's 抽出液。

目前本省土壤磷、鉀速測均用風乾樣本，關於乾燥對於土壤磷、鉀有效指數之影響，尚乏資料可供參考。本試驗之目的乃探討：

1.田間溼土經不同乾燥處理之後，對於本省主要土類磷、鉀有效指數之影響，及其與土壤若干性

本文第一作者獲得國家科學委員會半年研究補助費，謹此誌謝。

本研究中所用土壤樣本之採集與分類，諸承陳技正春泉、曾技正浴沂協助與鑑定，土壤中無機形態磷則承張愛華小組分析，謹此深致謝忱。

1. 試驗報告農試字第五八五號　　2. 臺灣省農業試驗所技正、技士、技術員

質之關係。

2.土壤乾燥前後，予以化學處理，對於磷、鉀有效指數變異之控制。

3.土壤樣本經不同乾燥處理後，所得磷、鉀有效指數與稻苗乾重及磷、鉀吸收量之關係。

試 驗 方 法

1.土壤　本試驗中所採用的土壤樣本，計有紅壤、黃壤、安山岩紅壤、鹽土、黑土、看天田土以及冲積土等20種，其性質詳於表 1.。

2.處理　土壤樣本運抵實驗室後，若其水分含量超過 40%，立即展開，經一晝夜陰乾後，用 5-mm 篩孔篩別之，否則直接篩別後混勻，作下列處理：

(1) 田間溼土　土壤經 5-mm 篩孔篩別後，置於塑膠袋中，予以密閉，不加任何處理，備作分析之用，其樣本所含水分則用 Moisture balance 測定之。

(2) 風乾　稱相當於 100gm 乾土的溼土，於一定大小的扁平皿中，置於抽風櫥內，在一定風速下脫水，迨至土壤中水分不變為止（約4～6天）。

(3) 曬乾　將土壤樣本置於人工氣象箱（Growth chamber）中，在日間 80°F 晚間 60°F,日照12小時，光強度 6000～7000 Lux 之下曬乾之，其他同處理（1）。

(4) 40°C 烘乾　將土壤樣本置於通風烘箱中，調節溫度 40°C ，以48小時烘乾之，其他同處理（1）。

(5) 110°C 烘乾　用 110°C 烘乾48小時，其他同處理（4）。

(6) Dextrose-烘乾　處理同（5），但在烘乾前先滴加 Dextrose 液，其用量為 0.02 moles /10gm 土壤。

表 1. 試 驗 用 土 壤 性 質

Table 1. Some chemical and physical properties of the soils used*

土號 Soil No.	採樣地點 Location	說明 Description	PH	質地 Texture	機械分析 Mechanical analysis Clay %	Silt %	Sand %	陽離與交換能量 C. E. C. meq./100 gm	Exch. K/ C. E. C. %
1	花蓮吉安	片岩冲積土	7.4	SiL	16.76	70.00	13.24	3.50	3.08
4	臺東鎮	片岩冲積土	6.7	SiL	14.76	66.00	19.24	3.88	1.98
6	宜蘭冬山	片岩冲積土	5.1	SiL	14.76	62.00	23.24	6.00	1.28
3	屏東內埔	酸性粘板岩冲積土排水良	4.7	SiCL	34.76	60.00	5.24	8.06	3.75
5	宜蘭五結	酸性粘板岩冲積土排水差	5.1	SiCL	28.76	64.00	7.24	7.00	3.00
18	員林大饒	石灰性粘板岩冲積土有石灰結核	7.6	SiCL	36.76	50.00	13.24	9.00	1.94
19	員林萬平	石灰性粘板岩冲積土無石灰結核	7.6	CL	28.76	50.00	21.24	8.23	2.62
12	臺南舊營	石灰性砂頁岩冲積土	7.5	SiCL	28.76	58.00	13.24	11.13	2.12
14	臺南鹽水	非石灰性砂頁岩冲積土	6.8	SiL	22.76	52.00	25.24	9.81	2.14
17	南投草屯	砂頁岩冲積土	5.5	CL	36.76	42.00	21.24	5.63	6.37
20	基隆汐止	砂頁岩冲積土	5.0	SiCL	34.76	46.00	19.24	8.50	4.40
13	臺南新營	石灰性看天田	6.8	C	40.76	16.00	43.23	17.00	2.96
15	臺南歸仁	非石灰性看天田	6.3	CL	28.76	44.00	27.24	9.69	2.43

16	臺南市安順	鹽土	7.6	SiL	26.76	64.00	9.24	10.56	5.07
2	花蓮玉里	黑土	6.7	SiCL	32.76	48.00	19.24	29.75	1.74
10	臺北新莊	擬黑土	4.8	CL	30.76	34.00	35.24	13.75	2.27
7	桃園楊梅	洪積層母質黃壤	4.5	CL	28.76	50.00	21.24	6.31	4.96
8	新竹東勢	洪積層母質黃壤	5.1	CL	28.76	48.00	23.24	7.13	3.74
9	新竹東勢	洪積層母質紅壤（新水田）	4.7	C	42.76	36.00	21.24	7.13	8.34
11	臺北新莊	安山岩紅壤	4.8	CL	38.76	30.00	31.24	9.75	2.37

* 用風乾土壤測定　Determined with air-dried soils

（7）再溼潤　稱已風乾的土壤於三角瓶中，以每 gm 土壤添加 0.7ml 的水後，加塞，置於人工氣象箱中，經 7 天後，測定其磷鉀有效指數，所用抽出液濃度則比例增加之。

（8）添加 Octanol　以每 gm 風乾土加 20ml 的 Octanol 置於水溶鍋上，最初24小時，每杯土壤蓋以錶玻璃，其次24小時則取開錶玻璃，蒸乾後測定其磷鉀有效指數。

3.土壤之分析

（1）土壤性質之測定　PH用玻璃電極法(土壤：水＝1：1)，機械分析用浮秤法（Hydrometer method），陽離子交換能量用醋酸銨法，無機形態磷用 Chang 及 Jackson 與 Peterson 及 Corey 氏之修正法（8、15）。

（2）磷有效指數　用兩種化學分析法：(i) Bray's No.1 method（0.025N HCl-0.03N NH_4F），但土壤與抽出液之比爲 1:25。(ii) Mehlich method（0.05N HCl-0.025N H_2SO_4），其土壤與抽出液之比爲 1：10，兩者均用鉬酸銨與 Amino-naphthol-Sulfonic acid 還原劑呈色後，用分光比色計測定之（8）。

（3）鉀有效指數　用兩種化學分析：(i) Mehlich method（0.05N HCl-0.025N H_2SO_4）及 (ii) 醋酸銨法，後者乃將相當於 5.0gm的乾土置於 100-ml 的離心管中，加上25ml 的 IN NH_4OAc (pH 7.0) 液，經搖動 10 分鐘後置於離心機中，在 2,500 rpm 下，轉動 5 分鐘，將上澄液移於100-ml 量瓶中，然後再加 25ml 醋酸銨液，再搖動10分鐘，離心，傾上澄液於同一量瓶中，連續相同操作 4 次，最後用醋酸銨液添至標線，用焰光計（Flame photometer）測定之（8）。

（4）Neubauer test 與稻苗中磷、鉀含量之測定　稱乾土 100gm 摻和 50gm 石英砂，置於 11-cm 直徑及高 7cm 之棕色玻璃皿中，加水溼潤，并添加營養劑，其中測定稻苗磷吸收量時，僅加 15mg 的 N〔$(NH_4)_2SO_4$〕及 20mg 的 K_2O（KNO_3）；測定稻苗鉀吸收量時，用 15mg 的 N〔$(NH_4)_2SO_4$〕及 7mg 的 P_2O_5（$NH_4H_2PO_4$），經拌勻後，將土壤平展於皿底，上舖 150gm 乾石英砂，再添水溼潤後，用分佈均勻的打孔板，將上層溼砂打成91孔，播種前先用鹽水選種（sp.gr.1.1），催芽等手續後，將已催芽的臺中65號稻谷播於各孔中，壓實，置於人工氣象室(Growth chamber）中，調節爲日間溫度 80°F，晚間 70°F，日照12小時，光度 6000～7000 lux 下，培養 2 星期，並注意水分管理，取出後，稻苗從砂層表面剪下，經烘乾、稱量、碾細後，取 250mg 乾樣本置於 600°C 高溫電爐中灰化，磷用鉬酸銨與釩酸銨呈色後，用光電比色計測定之；鉀則用焰光計測定之（23）。

結果與討論

1.乾燥對於土壤中磷有效指數之影響　本試驗中設有四種乾燥處理：(i) 風乾(即陰乾)，不受日光作用，(ii) 在人工氣象室內曬乾，以模擬在玻璃室內乾燥者，(iii) 低溫烘乾 40°C 及 (iv) 高溫烘乾（110°C），並以田間溼土作爲對照。各種處理對於土壤中磷有效指數之影響，分別討論如下

（1）Bray's No.1 method 表 2.示風乾對於東北部片岩冲積土（土號1, 4, 6），及北部之紅壤及黃壤中（土號7, 8, 9, 11）磷有效指數之變異不一，或高或低，尤其前者爲然。鹽土（土號16）風乾後，變化不大，其他土壤風乾後，多提高磷有效指數，最高者爲石灰性看天田（土號13）及黑土（土號2），可增加7～8倍，次者爲砂頁岩冲積土（土號 12, 14, 20）及非石灰性看天田（土號15），增加 2～4 倍，其餘多在 1 倍以下。

表 2. 乾燥對於 Bray's 氏磷有效指數之影響

Table 2. Effect of drying on the availability index of soil phosphorus extracted by Bray's No. 1 method (0.025*N* HCl-0.03*N* NH_4F)

土號 Soil No.	田間溼土 Moist soil ppm	風乾 Air dried soil ppm	曬乾 Dry in growth chamber ppm	40°c烘乾 Oven dried 40°C ppm	110°c 烘乾 Oven dried 110°C ppm	再濕潤 Air-dry rewet ppm	Octanol 處理 Air-dry octanol treated ppm
1	41.3	19.3	25.3	29.9	30.5	25.1	32.0
4	1.4	40.5	30.0	31.9	41.3	9.7	18.4
6	8.2	3.8	3.8	5.0	6.3	2.6	17.0
3	25.5	35.7	20.0	35.0	23.5	7.1	20.7
5	20.7	22.5	23.2	25.3	27.8	18.7	28.8
18	25.0	28.2	26.9	53.2	51.3	28.3	32.5
19	8.2	15.7	9.8	13.8	15.0	8.2	23.7
12	20.0	40.7	36.9	16.3	16.6	16.9	25.0
14	10.0	33.8	17.5	15.7	16.3	6.4	21.3
17	37.5	66.3	57.5	96.8	80.0	45.0	60.0
20	36.9	103.8	86.0	126.9	55.1	35.8	50.3
13	2.5	20.7	16.3	2.5	5.0	2.6	14.5
15	6.3	24.4	13.8	12.5	12.5	5.4	16.9
16	177.5	176.3	187.0	220.0	213.5	182.5	173.8
2	1.9	15.0	9.8	11.3	11.5	1.3	19.0
10	21.3	23.8	31.9	11.3	12.5	6.4	25.7
7	31.9	25.0	36.9	39.8	42.5	13.4	30.5
8	94.5	77.5	93.8	96.3	93.2	43.1	64.0
9	27.2	27.8	38.2	36.7	37.5	15.4	25.0
11	41.9	43.2	38.8	26.3	24.0	12.9	30.5

Mean	32.0	42.2	40.2	45.1	40.8	24.3	36.5
Index	100.0	131.9	125.6	140.9	127.5	75.9	114.1

*表中數字係三次平均而得 Figures in the table are the averages of three replicates.

在人工氣象室內曬乾者，亦有類似趨向，以石灰性看天田及黑土增加最高，達 5 ~ 6 倍，其次爲砂頁岩冲積土及非石灰性看天田，但其增加幅度較風乾者爲低。

用 40°C 及 110° 烘乾者，對於若干土壤有增加磷的釋放作用，土號 5 及16 ，而對於安山岩紅壤（土號11）則有相反趨向。

就20個土壤平均數而言，土壤中磷有效指數，經風乾後可增加32% ，曬乾26%，40°C 烘乾41% 及 110°C 烘乾28%。

（2）Mehlich 氏法 表 3 示除東北部片岩冲積土外，風乾多提高土壤中磷有效指數，但其增加幅度較 Bray 氏法者爲低，鮮有超過 1 倍以上，最高者爲安山岩母質之擬黑土（土號 10）及安山岩紅壤（土號11），達 70%~60 %間，曬乾及 40°C 烘乾者，亦有類似之趨向，但 110°C 烘乾者，顯然提高甚多，尤以無石灰結核之石灰性粘板岩冲積土（土號19）爲然，較田間溼土者增加 3 倍以上。

表 3. 乾燥對於 Mehlich 氏磷有效指數之影響

Table 3. Effect of drying on the availability index of soil phosphorus measured by Mehlich's method (0.05*N* HC1-0.025*N* H_2SO_4)

土 號 Soil No.	田間溼土 Moist soil ppm	風 乾 Air dried soil ppm	曬 乾 Dry in growth chamber ppm	10°C烘乾 Oven dried 40°C ppm	110°C 烘乾 Oven dried 110°C ppm	再 濕 潤 Air-dry rewet ppm	Octanol 處理 Air-dry octanol treated ppm
1	0.4	0.3	2.1	2.0	0.7	0.8	1.0
4	190.0	196.0	235.0	233.0	280.0	206.0	280.0
6	300.0	252.5	267.5	270.0	342.5	400.0	466.0
3	61.0	66.8	74.0	75.0	83.0	67.5	76.0
5	105.3	110.0	110.0	100.0	123.5	105.0	108.5
18	140.0	135.0	137.5	150.0	170.0	160.0	181.0
19	11.0	16.0	14.3	17.9	42.8	27.8	38.0
12	185.0	203.0	205.0	201.0	255.0	222.5	232.0
14	16.1	22.3	17.5	18.3	24.0	14.9	18.0
17	49.8	58.0	57.8	62.0	73.0	53.0	61.5
20	49.8	52.5	52.5	56.5	57.8	43.8	43.5
13	17.4	25.3	19.4	20.0	26.5	19.2	22.0
15	26.0	32.5	28.3	27.5	34.0	24.3	28.8
16	480.0	530.0	503.0	509.0	635.0	535.0	535.0

2	21.3	25.3	24.5	27.0	38.0	31.0	33.0
10	7.3	12.5	10.0	10.0	12.0	6.5	9.5
7	16.6	22.0	19.6	19.1	22.0	13.5	22.6
8	59.8	67.5	61.8	65.5	64.5	53.2	61.5
9	13.0	17.3	16.5	17.0	17.0	12.8	16.5
11	10.0	16.0	13.5	13.5	19.0	10.0	12.6
Mean	88.0	93.0	93.5	94.2	116.0	100.3	112.4
Index	100.0	105.7	106.2	107.1	131.0	114.0	127.7

*表中數字係由三次平均而得　Figures in the Table are the averages of three replicates.

就20個土壤之平均數而言，風乾、曬乾或 40°C 烘乾較田間溼土所得磷有效指數約增加 5%～7%，但 110°C 烘乾則可增加32%。

綜上而言，乾燥對於土壤磷有效指數之變異，除視個別土壤性質外，尙受所用抽出液種類的影響甚大。

2.乾燥對於土壤中無機形態磷之變異　由上節可知，乾燥對於土壤磷有效指數之變異，亦受抽出液種類的影響。 Bray 氏第一法以抽取 Al—P 及 Fe—P 爲主， Ca—P 爲副，因此凡土壤中所含 Al—P 及 Fe—P 高於 Ca—P 時，Bray 氏法所得磷有效指數高於 Mehlich 氏者，如土號 7.8.9.10.11，而 Mehlich 氏法則以抽取 Ca—P 爲主，Fe—P 爲副，因此凡土壤中含 Ca—P 高於 Fe—P 或 Al—P 者，則以 Mehlich 氏法所得磷有效指數大於 Bray 氏法者，其中唯一例外爲土號 1，可能因風化程度較弱， Ca—P 不易抽出所致。

表 4　乾燥對於土壤中無機形態磷百分比分佈之影響

Table 4. Effect of drying on the percentage distribution of inorganic forms of soil phosphorus

土號 Soil No.	風乾 Air dry, ppm			烘乾 Oven dry, ppm			增加或減少% Increase or decrease, %		
	Al—P	Fe—P	Ca—P	Al—P	Fe—P	Ca—P	Al—P	Fe—P	Ca—P
1	36.3	7.6	1316.0	47.6	11.8	1286.0	131.1	155.3	97.7
4	15.4	46.5	880.0	21.7	47.5	140.9	140.9	102.2	92.7
6	18.0	126.6	2234.0	20.8	124.0	2064.0	115.6	98.0	92.4
3	21.4	172.2	272.0	35.4	153.2	260.0	165.4	89.0	95.6
5	45.5	272.0	362.0	61.5	285.0	374.0	135.2	104.8	92.7
18	51.7	204.2	791.0	52.2	186.0	796.0	101.0	91.1	100.6
19	29.8	50.9	870.0	33.0	53.8	880.0	110.7	105.7	101.2

12	26.3	60.0	677.0	29.4	114.0	666.0	111.8	190.0	98.4
14	22.0	164.0	97.0	22.4	88.1	85.8	101.8	53.7	88.5
17	129.2	375.0	104.1	136.0	345.0	102.0	105.3	92.0	98.0
20	160.8	192.0	54.7	160.8	178.4	54.5	100.0	92.9	99.6
13	12.2	112.8	96.9	16.4	115.4	106.0	134.4	102.3	109.4
15	14.8	149.6	134.1	15.9	86.3	132.1	107.4	57.7	98.5
16	172.0	418.0	1060.0	204.0	360.0	1126.0	118.6	86.1	106.2
2	16.8	54.4	212.0	30.3	76.6	209.0	180.4	140.8	98.1
10	190.8	480.0	68.8	162.0	520.0	83.6	84.9	108.3	121.5
7	49.3	153.6	46.5	54.9	151.6	42.4	111.4	98.7	91.2
8	156.1	264.0	71.4	157.2	250.0	74.2	100.7	94.7	103.9
9	84.0	528.0	69.7	88.1	353.0	64.4	104.9	66.9	92.4
11	238.0	874.0	115.0	430.5	875.0	107.3	180.9	100.1	93.3
Mean	74.5	235.3	476.6	89.0	218.7	466.4	122.1	101.5	98.6

*風乾乃指土壤樣本置於溫室內風乾者，烘乾乃指在 110°C 烘箱烘乾48小時

Soil Samples for air dry were conducted in greenhouse as conventional method, and for oven-dry were dried in oven at 110°C for 48 hours.

表中數字乃由二次平均而得　　Figures in the Table are the means of two replicates.

Bray's 磷有效指數受乾燥之影響較 Mehlich 氏爲大，其中緣由必與土壤中無機形態磷之轉變有關。表4. 示片岩冲積土（土號1, 4, 6），石灰性粘板岩冲積土（土號18.19），鹽土（土號16）及玉里黑土（土號 2）均以 Ca—P 爲主，酸性粘板岩冲積土（土號 3, 5），石灰性砂頁岩冲積土（土號12, 14）以及看天田（土號 13, 15）則以 Ca—P, Fe—P 爲主，而酸性砂頁岩冲積土（土號 17, 20），北新莊安山岩母質之擬黑土及紅壤（土號 10, 11），以及洪積層之紅壤及黃壤（土號 7, 8, 9）均以 Al—P 及 Fe—P 爲主，經 110°C 烘乾後，對於各形態磷間相對多寡之變異不大，但對於 Al—P 與 Fe—P 之變異則甚大，其中除土號10外， Al—P 經烘乾後均普遍提高，其中增加達 80% 者，有土號 2 及11，其次爲土號 3，再次爲土號 1, 4, 5, 13，不增加者有土號8, 14, 18, 20；而 Fe—P 則增減互見，減少最多者爲土號14, 15，而增加最多者則爲土號12，增減不顯明者有土號 4, 6, 7, 11。Ca—P 之變異不大，除土號10及14外，其變異多在10%以下，由此可知土壤中Al—P與Fe—P受乾燥之影響甚大，而 Bray's No.1 method 以抽取 Al—P 及 Fe—P爲主，因此土壤中磷以 Bray 法測定，作施肥推荐時，對於土壤樣本之處理，值得特別注意。

3.乾燥對於土壤中鉀有效指數之影響　與測磷時相同，亦設有 4 處理，即（i）風乾，（ii）曬乾，（iii）40°C 烘乾及　（iv）110°C 烘乾，亦以田間溼土作爲對照。各處理對於鉀有效指數之影響，討論於次：

（1）醋酸銨法　表 5. 示田間溼土經風乾後多提高其鉀有效指數，其中增加最多者爲北新莊安山岩母質之擬黑土（土號10）及臺東片岩冲積土（土號 4），其次爲非石灰性看天田土（土號13），再次爲石灰性砂頁岩冲積土（土號12），石灰性看天田土（土號13），安山岩母質紅壤（土號11），

及玉里黑土（土號２），其他土壤增加幅度較低。曬乾與風乾所得趨向相似，但經烘乾處理後，可呈現三種情形：（ｉ）隨乾燥溫度提高而增加土壤鉀之固定作用，使所得鉀有效指數低於田間溼土者，如片岩冲積土（土號1、6）及酸性粘板岩冲積土（土號３）。(ii)隨溫度提高而增加鉀之釋放作用者為看天田土（土號13、15），石灰性砂頁岩冲積土（土號12、14）及黑土（土號２）。(iii)不受乾燥溫度顯明影響者為洪積層之紅壤或黃壤（土號７、８、９），及酸性砂頁岩冲積土（土號17、20）。由此可知土壤中鉀之固定或釋放，受溫度之影響至鉅。就20個土壤總平均數而言，鉀有效指數可因風乾提高16%，曬乾18%，40°C 烘乾16%，而 110°C 烘乾則為30%。

表 5. 乾燥對於醋酸銨—鉀有效指數之變異

Table 5. Effect of drying on the availability index of soil potassium measured by ammonium acetate method (1*N*,pH 7.0)

土號 Soil No.	田間濕土 Moist soil ppm	風乾 Air-dry soil ppm	曬乾 Dry in growth chamber ppm	40°C 烘乾 oven dried 40°C ppm	110°C 烘乾 oven dried 110°C ppm	烘前加 Dextrose Dry at 110°C with dextrose ppm	再溼潤 Air-dry rewet ppm	Octanol處理 Air-dry Octanol treated ppm
1	100.0	98.0	84.0	74.0	78.0	90.0	66.0	54.0
4	31.0	51.0	51.0	56.0	46.0	26.0	34.0	21.0
6	46.0	52.0	46.0	34.0	30.0	52.0	46.0	30.0
3	214.0	233.0	220.0	156.0	124.0	248.0	176.0	101.0
5	92.0	93.0	95.0	82.0	86.0	76.0	86.0	66.0
18	66.0	70.0	62.0	66.0	84.0	74.0	58.0	48.0
19	90.0	94.0	82.0	86.0	82.0	112.0	82.0	62.0
12	78.0	98.0	110.0	104.0	178.0	74.0	95.0	64.0
14	60.0	70.0	78.0	82.0	114.0	66.0	76.0	60.0
17	130.0	150.0	151.0	153.0	150.0	138.0	132.0	134.0
20	118.0	142.0	150.0	142.0	142.0	130.0	138.0	130.0
13	118.0	150.0	170.0	198.0	286.0	110.0	148.0	102.0
15	58.0	86.0	94.0	116.0	144.0	64.0	88.0	64.0
16	218.0	226.0	224.0	178.0	254.0	230.0	228.0	237.0
2	167.0	220.0	245.0	270.0	312.0	180.0	210.0	146.0
10	54.0	102.0	108.0	118.0	114.0	94.0	102.0	92.0
7	118.0	126.0	123.0	123.0	126.0	130.0	122.0	110.0
8	87.0	96.0	102.0	106.0	102.0	110.0	87.0	94.0
9	230.0	238.0	236.0	246.0	234.0	214.0	244.0	204.0
11	64.0	82.0	90.0	102.0	100.0	86.0	82.0	86.0

Mean	107.0	123.9	126.1	124.6	139.3	115.2	115.0	95.3
Index	100.0	115.8	117.9	116.4	130.0	107.7	107.5	89.3

*表中數字係由三次平均而得 Figures in the Table are the means of three replicates.

（2）Mehlich 氏法 表6示田間溼土經乾燥後，用 Mehlich 氏法所得鉀有效指數之變異情形，與用醋酸銨法測定者，極爲接近，風後乾鉀有效指數亦普遍提高，而片岩冲積土（土號1、6）及酸性粘板岩冲積土（土號3）之鉀有效指數，仍隨乾燥溫度提高而降低，其他土壤多隨溫度提高而增加，其中最明顯者，仍爲看天田土（土號13、15）及黑土（土號2）。就20個土壤總平均數而言，風乾或曬乾增加鉀有效指數在28%～29%間， 40°C 烘乾增加34%，而 110°C 烘乾則高50%，其變異幅度較醋酸銨法者爲大。蓋 Mehlich 法之抽出液係由 HCl 及 H_2SO_4 配製而成，兩者均屬強酸，活性強，因而其取代能力則較醋酸銨弱，所得鉀有效指數亦低，但變異幅度以百分比表示時，則較醋酸法大。

表6 乾燥對於 Mehlich 氏鉀有效指數之影響

Table 6. Effect of drying on the availability index of soil potassium measured by Mehlich's method (0.05N HCl-0.025N H_2SO_4)

土號 Soil No.	田間溼土 Moist soil ppm	風乾 Air-dry soil ppm	曬乾 Dry in growth chamber ppm	40°C 烘乾 Oven-dry 40°C ppm	110° 烘乾 Oven-dry 110°C ppm	烘前加 Dextrose Dry at 110°C with dextrose ppm	再濕潤 Air-dry rewet ppm	Octanol處理 Air-dry Octanol treated ppm
1	35.0	35.0	25.5	24.0	26.0	43.0	34.0	22.5
4	13.0	15.0	15.0	15.0	17.0	21.0	19.0	15.0
6	20.0	25.0	21.0	19.0	17.0	21.0	23.0	18.0
3	78.0	104.0	99.0	64.5	56.0	102.0	83.0	57.0
5	37.0	40.5	39.0	39.0	43.5	33.0	41.0	34.5
18	27.0	29.0	27.0	33.0	37.0	31.0	27.0	19.0
19	35.0	41.0	39.0	41.0	43.0	47.0	37.0	29.0
12	37.0	50.0	49.0	61.0	73.5	31.0	41.0	29.0
14	23.0	32.0	29.0	35.0	54.0	33.0	29.0	19.0
17	50.0	59.0	59.0	67.0	67.0	53.0	55.0	53.5
20	43.0	55.0	57.0	63.5	61.0	39.0	55.0	45.0
13	35.0	57.0	59.0	69.0	107.0	37.0	43.0	29.0
15	27.0	42.0	39.0	49.0	71.0	33.0	33.0	23.5
16	89.0	116.0	113.0	119.0	129.0	111.0	101.0	87.0
2	47.0	67.0	77.0	93.0	106.5	63.5	66.0	63.0
10	23.0	31.0	29.0	25.0	33.0	24.0	27.5	22.0

7	38.0	49.0	54.5	55.5	55.0	55.0	48.0	45.0
8	26.0	39.0	47.0	43.5	45.0	41.0	35.0	37.0
9	75.0	93.0	97.5	99.0	95.0	77.0	81.0	73.5
11	19.0	26.5	23.0	28.0	29.0	13.0	22.0	22.0
Mean	38.9	50.3	49.9	52.2	58.3	45.4	45.0	37.2
Index	100.0	129.3	128.3	134.2	149.9	116.4	115.7	95.6

*表中數字係由三次平均而得 Figures in the Table are the means of three replicates.

綜上而言，鉀之釋放作用受溫度之影響甚大。過去本省土壤速測對於樣本乾燥都無嚴格規定，因而所得鉀有效指數有時偏高，有時偏低，視當時乾燥溫度而定，今後須加注意。

4.土壤性質與磷、鉀有效指數因乾燥而變異之關係　本試驗中所用20個土壤樣本，各有其代表性，且所用之樣本均屬表土，受長期管理之影響甚大，因而單從土類窺探其乾燥對於磷鉀有效指數之變異，誠屬不易。茲以田間濕土所得磷、鉀有效指數各作爲 100 ，求風乾或 110°C 烘乾之百分比，用以表示磷、鉀有效指數之變異情形，然後再以百分比，與土壤性質測定値分別求其相關係數，如表 7 及 8 。

表 7 示在 Bray 氏法中，風乾對於磷有效指數之變異與土壤 pH, Clay, C.E.C 以及各形態磷之相關係數，均未達到顯著平準，但與 Clay 及 Al—P 及Fe—P均爲負相關，且接近顯著平準；烘乾則不然，其變異與土壤 C.E.C 之相關係數達到極顯著平準，而與 Al—P 及 Fe—P 均爲負相關。據 Baryosef 氏(6)稱，高嶺土類懸液經烘乾後 ，土粒表面負電荷之增加較風乾者大，由於負電荷增加，相對地表面正電荷將減少，而增加磷之釋出。本試驗中， Bray 氏磷有效指數之變異與 C.E.C 達到顯著關係，似與土粒表面電荷之變遷有關 。此外 ，不論風乾或烘乾 ，磷有效指數之變異 ，均與 Al—P 及 Fe—P 爲負相關。可能因 Bray 氏法中以測定 Al—P 及 Fe—P 爲主，而該兩形態磷變異受乾燥之影響最大所致。

表 7　土壤性質與磷有效指數因乾燥而變異之關係

Table 7. Relationships of some soil properties to the change of availability index of soil phosphorus as affected by drying

有效指數 Availability index as affected by	相關係數 Correlation coefficient					
	pH	Clay	C. E. C.	Al-P	Fe-P	Ca-P
土壤磷用 Bray 法測定　Soil P as measured by Bray's No. 1 method						
風乾 Air drying	0.1811	−0.3224	0.0515	−0.3090	−0.3105	0.0426
烘乾 Oven drying	0.2952	0.0072	0.6839**	−0.3618	−0.3514	0.2310
土壤磷用 Mehlich 法測定　Soil P as measured by Mehlich's method						
風乾 Air drying	−0.2556	0.4975*	0.3381	0.3796	0.5260*	−0.6285**
烘乾 Oven drying	0.3563	0.0028	0.1110	−0.0813	−0.0982	0.0913

表 8　土壤性質與鉀有效指數因乾燥而變異之關係

Table 8. Relationships of some soil properties to the change of availability index of soil potassium as affected by drying

有效指數 Availability Index as affected by	相關係數 Correlation coefficient			
	pH	Clay	C. E. C.	Exch.K/C.E.C.x 100
土壤鉀用醋酸銨法測定　Soil K as measured by Ammonium acetate				
風乾 Air drying	−0.0927	−0.0934	0.2800	−0.1904
烘乾 Oven drying	0.2776	0.1900	0.5400*	−0.3410
土壤鉀用 Mehlich 法測定　Soil K as measured ay Mehlich's method				
風乾 Air drying	−0.1374	0.3182	0.5235*	0.1154
烘乾 Oven drying	0.2813	0.2748	0.5899**	−0.2077

在 Mehlich 氏法中，風乾對於磷有效指數之變異與粘土含量， Fe—P 及 Ca—P 均有顯著關係，但與 Ca—P 則爲極顯著之負相關，此似與 Mehlich 氏以測定 Ca—P 爲主有關，但烘乾後，磷有效指數之變異與上述土壤性質之關係則均不明顯。

由上述兩測定法中，風乾或烘乾所得磷有效指數之變異與土壤性質之關係多不一致，此可能兩者對於土壤脫水快慢，以及脫水程度差異甚大，因而對於土壤膠體吸着性能Isomorphons replacement，土壤表面電荷密度，以及 pH 產生不同的影響，而土壤中磷之固定與釋放，與此等因子則有莫大的關係所致(7)。

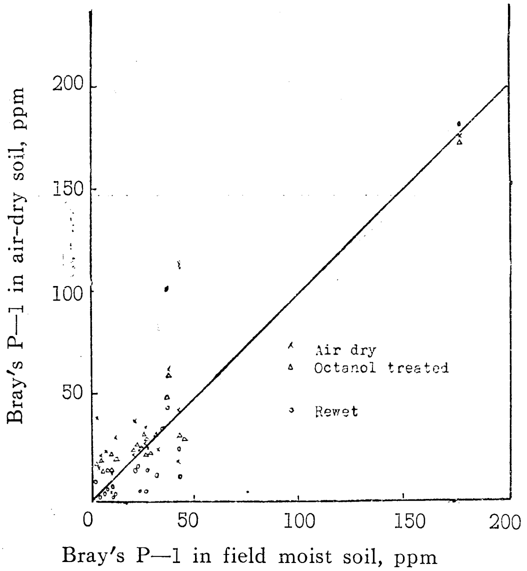

Fig. 1. Comparison of Bray's P in air -dry, air-dry rewet, and air-dry octanol-treated soil with that in field moist soil

表 8 示土壤中鉀有效指數之變異，與土壤 C.E.C 均爲正相關，且多數達到顯著或極顯著平準。換言之，土壤 C.E.C 愈大者，乾燥後釋出之鉀亦愈多，但本省農田土壤之 C.E.C 多在 20meq/100gm 以下，因此在後節討論土壤鉀與稻苗乾重或 K 吸收量相關時，土壤 K 有效指數之變異，受乾燥影響不若土壤磷之大。

5 添加化學藥品或再濕潤對於磷、鉀有效指數之影響　由上所述，可知土壤様本經乾燥後，對於磷、鉀有效指數之變異甚大，若依照 Bates 氏 (2.3.4.5) 等所述，在土壤様本乾燥前後，添加化學藥品，可予以抑制，則不失爲解決途徑之一。茲以表 2 中田間濕土所得 Bray 氏法磷有效指數作爲橫座標，風乾所得者，作爲縱座標，然後將再濕潤 (Air-dry rewet) 及 Octanol 處理 (Air-dry octanal treated)分別繪於圖 1，圖中對角線表示磷有效指數不因乾燥

而變異，凡點高於該對角線者表示磷因乾燥或其他處理之釋放作用而增加，低於對角線者則因固定而減少。圖中顯示再濕潤後，所得磷有效指數多低於對角線，Octanol 處理者比較接近對角線，風乾者，多在對角線之上，若干點且遠離對角線，由此顯示再濕潤（Rewet）或 Octanol 處理，對於磷因乾燥而釋放，確有抑制作用，但無法將個別土壤之磷有效指數完全恢復至田間濕土情形者，但是否可以改進土壤磷有效指數測定值與作物磷吸收量之關係，容另節討論之。Mehlich 氏法所得結果與 Bray 氏法者相似，由於前者不適用於稻田，不予贅述。

同樣地利用表 4 資料，將田間濕土所得鉀有效指數作横座標，風乾所得者，作縱座標，然後將再溼潤及 Octanol 處理繪於圖 2；另將烘乾及烘乾前加 Dextrose，繪於圖 3，圖中各以對角線作標準，凡點高於對角線者，表示因乾燥或其他處理而釋放，低於對角線者，則表示固定。圖 2 示土壤經風乾後所得鉀有效指數多在對角線之上，再濕潤處理者亦然，但有若干點則分佈在對角線之下，用 Octanol 處理者，所得鉀有效指數，多在對角線之下。換言之，Octanol 處理者，對於鉀之固定作用較再濕潤處理者爲强。

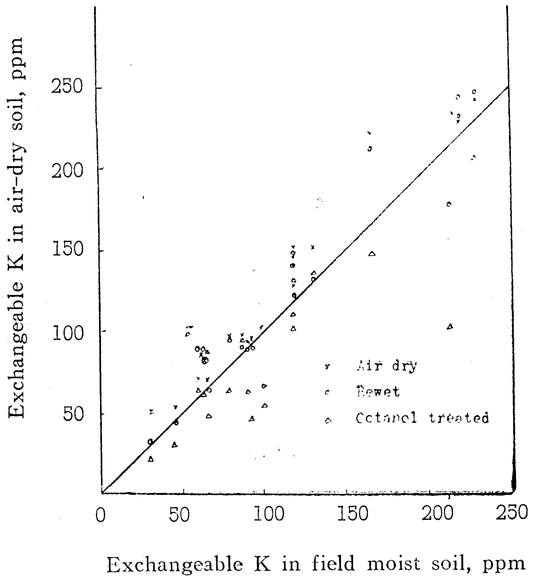

Fig.2. Comparison of the exchangeable K in air-dry, air-dry rewet, and air-dry octanol treated soil with that in field moist soil

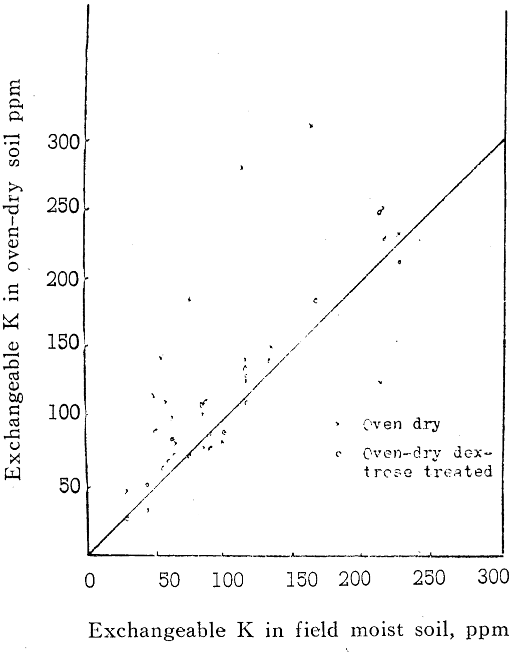

Fig.3. Comparison of the exchangeable K in oven-dry and oven-dry dextrose treated soil with that in field moist soil

圖 3 示土壤經 110°C 烘乾後，所得鉀有效指數，多遠高於對角線，但經 Dextrose 處理後，其點之分佈則多接近於對角線，顯示 Dextrose 對於抑制鉀之釋放確有功效，尤其對於砂頁岩冲積土（土號12、14、17、20）、看天田土（土號13、15）、鹽土（土號16）及黑土（土號 2）等最爲顯著（參看表4.），但對其他土壤則未必盡然。此外，土壤粘重者添加 Dextrose 烘乾後，結塊堅固，處理費時，且抽出之濾液呈褐色，用焰光計法測定固無大礙，但噴頭易被阻塞，若用其他比色法則感不便，值得注意。

Mehlich 氏法所得結果與醋酸銨法相似，不予論列。

綜上而言，添加化學藥品或再濕潤對於土壤磷、鉀因乾燥釋放或固定，確有相當抑制功效，但仍無法將個別土壤完全恢復至如田間濕土情形。

6.不同乾燥處理所得磷、鉀有效指數與稻苗乾重及磷、鉀吸收量之關係。 以土壤速測供施肥推薦量之參考時，其測定值必須與作物收量或要素吸收量間，獲致良好的關係，否則土壤速測值之意義不大。因此田間濕土，經不同乾燥處理後，所得磷、鉀有效指數之變異，是否可影響其對於作物收量或要素吸收量之關係，以 Neubauer 法檢定結果，示於表9及10中。

表9.示用 Bray 法測定時，14 個土壤（鈣質土壤除外）所得相關係數中，以田間濕土所得磷有效指數與稻苗乾重及磷吸收量之相關最高，且達極顯著平準，其次爲再濕潤與 Octanol 處理者，其相關係數亦達顯著平準，其他乾燥處理與稻苗乾重之相關均不顯著；與磷吸收量則均達到顯著平準，但其相關係數仍較再濕潤或 Octanol 處理者爲低。由此顯示用 Bray 氏法速測時，以田間濕土所得結果最佳，否則以風乾土壤加以水再濕潤，或以 Octanol 處理，均有相當改進功效。

表9. 土壤樣本經不同乾燥處理後所得磷有效指數與稻苗乾重與磷吸收量之相關

Table 9. Correlations between soil P values determined with samples prepared in different dryings and the dry matter content/P-uptake of rice seedlings from Neubauer test

磷測定所用之土壤樣本 Soil samples used for P determination	相關係數 Coefficients of determination γ ylogx			
	14 Soils*		20 Soils**	
	稻苗乾重 Dry matter content	磷吸收量 P-uptake	稻苗乾重 Dry matter Content	磷吸收量 P-uptake
土壤中磷用 Bray 氏法測定 Soil P determined by Bray's No. 1 method				
田間濕土 Field moist soil	0.8560**	0.9046**	0.5586*	0.7545**
風乾 Air-dry soil	0.3114	0.5029	0.1501	0.5200*
晒乾 Dry in growth chamber	0.5304	0.6760**	0.2924	0.6306**
40°C 烘乾 Oven dry at 40°C	0.4897	0.6600*	0.3984	0.6716**
110°C 烘乾 Oven dry at 110°C	0.4945	0.6622**	0.3605	0.6648**
再濕潤 Air-dry rewet	0.6049*	0.7472**	0.2834	0.5843**
Octanol 處理 Air-dry octanol treated	0.5809*	0.8050**	0.2628	0.6755**
土壤中磷用 Mehlich 氏法測定 Soil P determined by Mehlich's method				
田間濕土 Field moist soil	−0.0623	0.0032	−0.2001	0.1160
風乾 Air-dry soil	−0.0561	0.1115	−0.1900	0.1098
晒乾 Dry in growth chamber	−0.0548	0.0716	−0.1819	0.0947
40°C 烘乾 Oven dry at 40°C	−0.0555	0.0378	−0.1893	0.0947
110°C 烘乾 Oven dry at 110°C	−0.1354	0.1230	−0.2466	0.0285
再濕潤 Air-dry rewet	−0.1026	0.0914	−0.2343	0.0172
Octanol 處理 Air-dry octanol treated	−0.1184	0.1162	−0.2342	0.0204

* 不包括鈣質土壤在內 Excluding calcareous soils　　* 5% 顯著平準 Significant at 5%

** 包括所有試驗土壤 Including all soils used in the test.　　** 1% 顯著平準 Significant at 1%

就20個土壤樣本而言，稻苗乾重僅與田間濕土所得磷有效指數獲得顯著相關，與其他乾燥處理所得者均不顯著，而稻苗磷吸收量則與各處理間均獲得顯著相關，但仍以田間濕土所得者最高。在此值得注意者，爲14個土壤所得之相關係數多高於20個所得者，此可能如 Syers et. al. (20)等氏所述鈣質土壤含有遊離鈣鹽，可中和部分或全部 Bray's No.1 法抽出液中之酸，并可與 NH_4F 中之 F^- 離子形成 CaF_2，在抽出過程中再吸着磷，因此所得測定值，多不能代表土壤中存在之磷而減低其相關係數。本省鈣質土壤磷之速測法，亟須作進一步之研究。

Mehlich氏法所得磷有效指數與稻苗乾重或磷吸收量之相關係數均不顯著，可能稻苗對於 Ca—P 不感興趣，而 Mehlich 氏法所抽出之磷，卻以 Ca—P 爲主所致。

表10. 示在醋酸銨法中，土壤經不同乾燥處理後，所得鉀有效指數與稻苗乾重或鉀吸收量均有極顯著之正相關，但相關係數中，多以田間濕土所得者較乾燥處理者爲低，其中尤以 110°C 烘乾所得之相關係數多居高位。烘乾前加 Dextrose，或風乾後再濕潤，或以 Octanol 處理，對於相關情形之改進並無顯明效果。

表10. 土壤樣本經不同乾燥後所得鉀有效指數與稻苗乾重與鉀吸收量之相關

Table 10. Correlations between soil K values determined with samples prepared in different dryings and the dry matter content/K-uptake of rice seedlings from Neubauer test

鉀測定所用之樣本 Soil samples used for K determination	相關係數 Coefficients of determination r_{ylogx}			
	14 soils*		20 soils**	
	稻苗乾重 Dry matter content	鉀吸收量 K-uptake	稻苗乾重 Dry matter content	鉀吸收量 K-uptake
土壤中鉀用醋酸銨法測定 Soil K as determined by Ammonium Acetate				
田間濕土 Field moist soil	0.6947**	0.7614**	0.6309**	0.8169**
風乾 Air-dry soil	0.7999**	0.7764**	0.6860**	0.7507**
晒乾 Dry in growth chamber	0.8533**	0.8068**	0.7172**	0.7805**
40°C 烘乾 Oven dry at 40°C	0.8229**	0.7916**	0.6760**	0.7431**
110°C 烘乾 Oven dry at 110°C	0.8844**	0.8827**	0.6859**	0.8132**
烘乾前加 Dextrose Oven-dry dextrose treated	0.7279**	0.7098**	0.6698**	0.6574**
再濕潤 Air-dry rewet	0.8231**	0.8357**	0.7381**	0.8061**
Octanol 處理 Air-dry octanol treated	0.7632**	0.7543**	0.7260**	0.7732**
土壤中鉀用 Mehlich 氏法測定 Soil K as determined by Mehlich's method				
田間濕土 Field moist soil	0.6667**	0.7405**	0.6085**	0.7145**
風乾 Air-dry soil	0.3738	0.6281*	0.3892	0.6959**
晒乾 Dry in growth chamber	0.7283**	0.8113**	0.6987**	0.7989**
40°C 烘乾 Oven dry at 40°C	0.7491**	0.8926**	0.7105**	0.8391**
110°C 烘乾 Oven dry at 11°C	0.8152**	0.9409**	0.6933**	0.8607**
烘乾前加 Dextrose Oven-dry dextrose-treated	0.3522	0.6800**	0.3616	0.4975*
再濕潤 Air-dry rewet	0.7226**	0.7926**	0.6798**	0.7832**
Octanol 處理 Air-dry octanol-treated	0.6730**	0.7423**	0.6330	0.8483**

* 5%顯著水準 Significant at 0.05 level; ** 1%顯著水準 Significant at 0.01 level

＋ 不包括鈣質土壤 Excluding calcareous soils, ＋＋包括本試驗所有土壤 Including all soils used.

在 Mehlich 氏法中，田間濕土所得鉀有效指數與稻苗乾重或鉀吸收量之相關係數亦達到極顯著平準，但仍低於 110°C 烘乾者。烘乾前加 Dextrose 所得相關係數均低於田間濕土，且有未達顯著平準者。風乾後加水再濕潤，或以 Octanol 處理，所得相關係數仍低於烘乾處理者，對於相關之改進亦無顯明的效果。

綜上而言， 110°C 烘乾處理者，所得鉀有效指數與稻苗乾重或鉀吸收量之相關係數多高於田間濕土者，此可能在 Neubauer 法中僅用 100gm 的土壤，而播91粒的稻種，經2星期後稻根密佈於土粒間，在 Intensive 吸收情形之下，田間濕土所得鉀有效指數可能偏低，烘乾後鉀有效指數提高，因而增加 Capacity factor 之估計範圍，使相關係數提高。但在田間情形之下，其結果如何，仍待證實。總之，土壤中鉀之釋放或固定，與乾燥溫度之影響甚大，因此土壤速測樣本之乾燥條件應予一致，否則對於相關係數即使不受影響，但對於鉀肥之推薦則有很大偏差。

摘 要 與 結 論

本文之目的乃探討土壤樣本乾燥後，對於磷、鉀有效指數之影響，與土壤性質、作物收量以及磷、鉀吸收量之關係；同時幷探討其抑制方法。經選用20種本省主要土壤之樣本，予以不同乾燥處理後，分別用兩種磷、鉀速測法加以測定，所得結果摘要如下：

（1）田間濕土經乾燥後，磷有效指數因個別土壤而變異，或增或減，相差甚大。在 Bray 氏法中平均較田間濕土增加25%～40%，其變異幅度與土壤之 C.E.C 大小有關。在 Mehlich 氏法中磷有效指數之變異幅度較 Bray 氏法爲低，可能因土壤中 Al—P及Fe—P 受烘乾之後，變異甚大，而 Ca—P 則較小所致。就平均數而言，風乾、曬乾或 40°C 烘乾約較田間濕土增加 5%～7%，但 110°C 烘乾者可提高至32%，其變異幅度與粘土，Fe—P, 及 Ca—P 等含量有關。

（2）田間濕土經乾燥之後，鉀有效指數普遍提高。在醋酸銨法中，平均較田間濕土增加15%～17%，烘乾者可達30%，而在 Mehlich 氏法中則可提高至28%～34%，110°C 烘乾者可達49%，其變異情形與土壤之 C.E.C 成顯著之正相關。

（3）烘乾前加 Dextrose，或風乾後加水濕潤，或施以 Octanol 處理，確可抑制磷、鉀因乾燥而釋放，但無法將個別土壤完全恢復至與田間濕土一致。

（4）利用 Neubuaer 法檢定土壤，經不同乾燥處理後，所得磷、鉀有效指數與稻苗乾重或磷、鉀吸收量之相關情形，顯示 Mehlich 氏法不適於稻田速測之用， Bray—P 所得之相關係數，以田間濕土最高，且達極顯著平準，其次爲再濕潤處理或 Octanol 處理，亦達顯著或極顯著平準；風乾、曬乾或烘乾處理者最低，甚至有未達顯著平準。但 Bray 法應用於鈣質土壤時，其相關係數有減低趨勢。Mehlich—K 及醋酸銨—K之相關係數均達極顯著平準，烘乾者其相關係數較田間濕土者有更高之趨勢，此可能因爲烘乾可提高鉀有效指數之測定值。而在Neubauer 法栽培之下，所用土壤有限，但播種量高，其相關係數受土壤中鉀量（Quantity）之影響較鉀强度（Intansity）爲大。

因此就土壤速測值與作物收量或 PK 吸收量之相關而言，樣本乾燥對於土壤中 Al—P 及 Fe—P 變異甚大，利用 Bray's 法測定時，以田間濕土爲宜，對於 Mehlich—K 及醋酸銨—K之影響雖然較小，但因 K 之釋放受乾燥溫度之影響甚大，樣本乾燥條件必須一致，否則將影響推薦量估計之偏差。

參 考 文 獻

1. Attoe, O.J. 1946. Potassium fixation and release in soils occurring under moist and drying conditions. SSSA Proc. 11:145-149.
2. Bates, T.E. and Scott, A.D. 1962. Effect of organic additions on the changes in exchangeable potassium observed in drying soils. SSSA Proc. 26:209-210.

3. Bates, T.E. and Scott, A.D. 1964. Changes in exchangeable potassium observed on drying soils after treatment with organic compounds: I. Release. SSSA Proc. 28:769-772.
4. Bates, T.E.and Scott, A. D. 1967. Changes in exchangeable potassium observed on drying soils after treatment with organic compounds: II. Reversion. SSSA Proc. 31: 481-485.
5. Bates, T.E. and Scott, A. D. 1969. Control of potassium release and reversion associated with changes in soil moisture. SSSA Proc. 33:566-568.
6. Bar-Yosef, B., Kafkafi, U. and Lahav, N. 1969. Relationships among adsorbed phosphate, silica, ,and hydroxyl during drying and rewetting of kaolinite suspension. SSSA Proc. 33:672-676.
7. Bear, F.E. 1960. Chemistry of the soil. pp. 177-199.
8. Black, G. A. *et. al*. 1965. Methods of soil analysis. No. 9 in the series of Agronomy, published by the American Society of Agronomy.
9. Bray, R.H. and De Tark, E.F. 1938. The release of potassium from non-exchange -able forms in Illinois soils. SSSA Proc. 3:101-106.
10. Dowdy, R.H.and Hutcheson, T.B.Jr. 1963. Effect of potassium level and drying on release and fixation of potassium by soils as related to clay mineralogy. SSSA Proc. 27:13-34.
11. Hanway, J.J. and Scott, A.D. 1959. Soil potassium moisture relations : III. Determining the increase in exchangeable soil potassium on drying soils. SSSA Proc. 23:22-24.
12. Jackson, M. L. Soil Chemical analysis, pp.155.
13. Jaiyebo, E.O.1968. Effect of drying and storage on the exchangeable potassium content of some western Nigeria soils. Soil Sci. 106:399-404.
14. Mathews, B.C. and Sherrell, C.C.1960. Effect of drying on exchangeable potassium of Ontario soils and the relation of exchangeable potassium to crop yield. Can. J. Soil Sci 40:35-41.
15. Peters O.W. and Corey, R.B. 1966. A modified Chang and Jackson procedure for routine fractionation of inorganic soil phosphates. SSSA Proc. 30:563-565.
16. Reitmeier, R.F. 1951. Soil potassium. Advan. Agron. 3:113-164.
17. Salmon, R.C. 1965. Potassium exchange reaction in some Rhodesian soils. Rhod. J. Agr. Res.3:15-21.
18. Scott, A.D. Hanway, J.J. and Stickney, E.W. 1957. Soil moisture relation: I. Potassium release observed on drying Iowa soils with added salts or HCI. SSSA Proc.21:498-501.
19. Steenkamp, J. L. 1928. The effect of dehydration of soil upon their colloid constituents. Soil Sei. 25:163-182.
20. Syers, J. K., Smillie, G.W.,and Williams, J.D.H. 1972. Calcium fluoride formation during extraction of calcareous soils with fluoride: II. Implication to the Bray P—1 test. SSSA Proc. 36:25—29.
21. Tisdale, S. L. 1967. Problems and opportunities in soil testing. Soil testing Part I. SSSA Special Publication No.2.
22. Yuan, T. L., Robertson, W.K., and Neller, J. R. 1960. Forms of newly fixed phosphorus in three acid sandy soils. SSSA Proc. 24:447-450.
23. 林家棻1963.植物分析方法與應用，臺灣土壤肥料學會特刊（一）

EFFECT OF DRYING ON THE AVAILABILITY INDEX OF SOIL PHOSPHORUS AND POTASSIUM

Char-fen Lin, Tze-shun Lee Wang, and

Yu-hwea, Wong

Summary

The aim of this study was to find out the effect of drying on the soil PK and its relation to dry matter content as well as PK-uptake of rice seedlings. The control of PK-releasel/fixation on drying by addition of chemicals was also involved.

Twenty soil samples including 8 main soil groups of Taiwan were taken for study. Each soil sample was treated with four methods of drying and determined by two extractants. To control PK-release/fixation on drying, chemical compounds (dextrose/octanol/water)were added either before or after drying. The relation between soil P and P-uptake as well as soil K and K-uptake was detected by the Neubauer test in which rice was used instead of rye seeds and soil was kept under submerging condition. The results may be summarized as follows:

1. The effect of drying on the availability index of soil P was extremely great especially in the case of the Bray P-1 test. However, the average increase of soil P-value on different methods of drying as compared to that of field moist soil was at 25%-40% for the Bray's method and 5%-32% for the Mehlich's method. The decrease was also found in Schist alluvial soils. The change of soil P on drying was found to be related to the C.E.C. and the contents of clay, Al-P, Fe-P, and Ca-P of the soil.

2. The soil K was almost unanimously increased by drying. However, the magnitude of increase was different from soil to soil. The average increase as compared to that of field moist soil was 15 %-30% and 20%-49% for the ammonium acetate and Mehlich's method, respectively. The C.E.C. was one of the dominant factors in responsoring the change of soil K on drying.

3. The control of PK-release/fixation on drying by addition of dextrose/octanol/water was found effective for certain soil but not for all soils.

4. Evidences from Neubauer test indicated that the available P determined by Bray's method with undried soil samples gave the best estimation of plant-available P in the soil. Those with air-dry rewet as well as air-dry octanol treated improved the estimation of available P over those obtainable with either air-dry or oven-dry soils. The relationships of Mehlich's P to the dry matter content or to the P-uptake of rice seedlings were insignificant. Soil K-value measured by ammonium acetate method was significantly related to the dry matter content as well as to K-uptake of rice seedliugs in spite of drying effect. It was also true in the case of Mehlich's method. As the release of soil K was closely related to the drying temperature, the condition for drying soil samples should be carefully controlled in order to avoid a fictitious recommendation for K fertilization.